



Datos bioestratigráficos preliminares sobre los foraminíferos planctónicos de la Formación Miahuatepec, Estado de Puebla, México: implicaciones cronoestratigráficas

Preliminary biostratigraphic data on the planktonic foraminifera from the Miahuatepec Formation, Puebla State, Mexico: chronostratigraphic implications

López-Alpízar, Lucero ^a , Salazar-Martínez, Nadia Elizabeth ^b, González-León, Oscar ^{c,*} 

^a Sur #136. Colonia América. Delegación Miguel Hidalgo, 11820, CDMX.

^b Instituto Mexicano del Petróleo. Av. Periférica Norte, 67, San Agustín del Palmar, 24110 Cd. del Carmen, Campeche.

^c Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Tlalnepantla, Estado de México, 54070, México.

* oscar.gonzalez@unam.mx

Resumen

Este trabajo reporta de manera preliminar la presencia de 30 especies de foraminíferos planctónicos distribuidos en 14 géneros, provenientes de 68 láminas delgadas obtenidas de una secuencia estratigráfica de la Formación Miahuatepec. Los resultados del análisis cronoestratigráfico permiten asignar un intervalo de edad que va del Albiense superior al Cenomaniense superior. Con base en los fósiles índice y en las asociaciones observadas, se infieren 3 biozonas y 2 subzonas que se presentan a lo largo de la sección estratigráfica estudiada.

Palabras clave: Bioestratigrafía, Cronoestratigrafía, Foraminíferos planctónicos, Formación Miahuatepec, Cretácico, México.

Abstract

This work preliminary reports the presence of 30 species of planktonic foraminifera distributed in 14 genera, from 68 thin sections obtained from a stratigraphic sequence of the Miahuatepec Formation. The results of the chronostratigraphic analysis allow us to assign an age interval that goes from the upper Albian to the upper Cenomanian. Based on the index fossils and the observed associations, three biozones and two subzones are inferred that occur throughout the stratigraphic section studied.

Keywords: Biostratigraphy, Chronostratigraphy, Planktonic foraminifera, Miahuatepec Formation, Cretaceous, Mexico.

1. Introducción

La posición paleogeográfica de México durante el Cretácico permitió que grandes extensiones de territorio estuvieran cubiertas por aguas marinas (Figura 1A), lo que propició un volumen enorme de sedimentos calcáreos, con abundantes transgresiones y regresiones que establecieron grandes plataformas carbonatadas (Wilson, 1975).

Existen vestigios de algunas de estas plataformas en las rocas que afloran en la parte central de México. Una de estas plataformas carbonatadas se corresponde con la Formación Miahuatepec que, junto con otras formaciones como Zapotitlán y San Juan Raya, conforman el relleno sedimentario de la Cuenca de Zapotitlán definida por Calderón (1956). En la Fm. Miahuatepec es común encontrar afloramientos de rocas carbonatadas asociados a ambientes marinos del Cretácico. Sin embargo, los registros sobre la presencia de foraminíferos planctónicos en rocas calizas son escasos. Basta nombrar los trabajos realizados por Velasco y Lucero (1996), Hernández-Rodríguez (1998) y Estrada (2013). El primero menciona

Manuscrito recibido: Mayo 1, 2021.

Manuscrito corregido: Diciembre 4, 2021.

Manuscrito aceptado: Diciembre 5, 2021.

la presencia de foraminíferos planctónicos probablemente de edad Aptiense-Albiense, el segundo restringe su edad solamente al Albiense y el último analiza su abundancia relativa, sin asignar ninguna edad. De este modo, existe gran controversia sobre la edad de la Fm. Miahuatpec,

pero también en su nomenclatura, ya que Pano (1973) la consideró como equivalente a la Fm. Tamaulipas Superior de edad Aptiense–Cenomaniense. No obstante, una de las interpretaciones más aceptada es asignar la Fm. Miahuatpec al Aptiense, considerándola como



Figura 1. A: Mapa paleogeográfico que muestra la posición de México durante el Cretácico (Albiense–Cenomaniense). Imagen cortesía de Ron Blakey. La estrella roja indica la posición aproximada del afloramiento. B: Localización geográfica del área de estudio, situada entre los estados de Puebla y Oaxaca. Los puntos 1 y 2 corresponden, respectivamente, a la base y al techo de la sección estratigráfica. Modificado de INEGI, 2001.

un cambio lateral de facies de la Fm. San Juan Raya (Mendoza-Rosales, 2010). Longoria (1977) sugirió que el estudio de la microfauna planctónica en las secuencias cretácicas mexicanas representa una herramienta clave para establecer correlaciones regionales, debido a que la presencia de foraminíferos fosilizados en depósitos marinos es recurrente.

La presente contribución incluye datos bioestratigráficos preliminares sobre las asociaciones de foraminíferos planctónicos fósiles presentes en rocas de una sección estratigráfica medida y nombrada en este trabajo como “Puente Calapa” (López-Alpizar, 2020). Los materiales de esta sección pertenecen a la Formación Miahuatepec y se encuentran en el límite estatal entre Puebla y Oaxaca. El objetivo de este trabajo es aportar información cronoestratigráfica sobre esta controvertida unidad litoestratigráfica.

2. Material y métodos

Las muestras fueron tomadas en intervalos de 2 metros a lo largo de la secuencia estratigráfica con excepción de las zonas con tapados. Se obtuvieron 49 muestras de roca con las cuales se elaboraron 68 secciones delgadas en el Laboratorio de Paleobotánica del Instituto de Geología, UNAM. La observación y el registro fotográfico se realizaron en el Laboratorio de Microscopía Óptica y Fotografía Digital de la FES Iztacala, UNAM. Las determinaciones taxonómicas se basaron en criterios morfológicos y asociaciones observadas. Las edades correspondientes a las especies índice y a las asociaciones encontradas se obtuvieron empleando los trabajos de Caron (1985), Sliter (1994, 1999) y el sitio web de Young *et al.* (2017). Las biozonas propuestas se establecieron siguiendo a Sliter (1999). Adicionalmente, se consultaron los trabajos de Nederbragt *et al.* (2001), Bellier y Moullade (2002), Petrizzo y Huber (2006), Ando y Huber (2007), González-Donoso *et al.* (2007), Amédro (2008), Robaszynski *et al.* (2008), Petrizzo *et al.* (2015) y Petrizzo y Gilardoni (2020), relacionados con el intervalo temporal propuesto en este trabajo. Las secciones delgadas se encuentran resguardadas en el Anexo del Laboratorio de Ciencias de la Tierra, Paleontología y Biología Evolutiva de la FES Iztacala.

3. Marco geológico

En el sur de Puebla, el Cretácico Inferior está representado principalmente por rocas calizas y por secuencias de lutita y arenisca; además, también hay conglomerados y otros cuerpos menores de limolita-arenisca e incluso andesitas (INEGI, 2000). Entre las unidades constituidas fundamentalmente por calizas se encuentra la Fm. Miahuatepec que aflora en las sierras de Miahuatepec

y Atzingo, al oriente de Zapotitlán Salinas. Su edad es aún incierta, ya que algunos autores la consideran del Aptiense-Cenomaniense (125–93.9 Ma), mientras que otros la asignan al Albiense (113–100.5 Ma), (Mendoza-Rosales, 2010).

Velasco y Lucero (1996) estudiaron una localidad de la Fm. Matzitzi (Pérmico) en el río Calapa y señalan que al oriente presenta relaciones por falla, cabalgando a dos secuencias carbonatadas del Mesozoico. Dichas secuencias pertenecen a la Fm. Miahuatepec y una de ellas es de especial importancia para este trabajo ya que en ella se encuentra la localidad estudiada. Esta unidad de rocas sedimentarias está constituida por calizas de estratificación delgada a mediana con intercalaciones de lentes decimétricas de pedernal, rico en radiolarios y foraminíferos, además de escasos horizontes de lutitas. Mendoza-Rosales (2010) menciona que las calizas presentan variaciones entre wackestone, packstone y grainstone con bioclastos (calciesferas, foraminíferos bentónicos, calpionélidos, moluscos, briozoarios, gasterópodos y espículas de esponja), intraclastos con radiolarios, pellets y granos de cuarzo.

El área de estudio se encuentra al suroeste del Puente Calapa, en el Km (83+530) de la Carretera Federal No. 135, en el límite estatal entre Puebla y Oaxaca, en la orilla norte del río Calapa dentro de la Fm. Miahuatepec (Figura 2). La secuencia estratigráfica estudiada cuenta con un espesor aproximado de 115.5 m y tiene de coordenadas 18°09'35.8" N, 97°15'57.4" W en su parte basal y 18°09'46.2" N, 97°15'50.9" W para el techo (Figura 1B). Su composición litológica es altamente monótona, presentando principalmente intercalaciones de calizas con lentes de pedernal de espesor variable, pero también calizas masivas y nódulos de pedernal en la base y escasos horizontes de lutita hacia la cima (Figura 3).

4. Resultados

La abundancia relativa de los foraminíferos no es constante a lo largo de toda la sección. Esto es debido a que hay láminas con abundante fauna planctónica y otras donde escasean o incluso están ausentes. Su estado de preservación varía de pobre a moderado, ya que las conchas de muchos de los taxones observados sufrieron recristalización por procesos diagenéticos, lo cual impidió en algunos casos, una determinación taxonómica precisa. Cabe señalar que el uso de secciones delgadas puede acarrear un sesgo en las determinaciones taxonómicas y por tanto en la asignación de edad, debido a que los cortes de las testas no dejan expuestos todos los caracteres necesarios para una identificación total.

Se determinaron 30 especies de foraminíferos planctónicos distribuidos en 14 géneros (Figura 3), también se encontró una muestra en el metro 28.5 con alto contenido de foraminíferos bentónicos, los cuales fueron determinados a nivel de suborden: Miliolina, Textulariina y Fusulinina (ver López-Alpizar, 2020).

Los géneros predominantes del metro 0 al 67.5 son *Globigerinelloides* (Cushman y Ten Dam, 1948), *Rotalipora* (Brotzen, 1942) y *Ticinella* (Reichel, 1950) mientras que a partir del metro 69.5 los géneros representativos son *Praeglobotruncana* (Bermúdez, 1952), *Thalmanninella* (Sigal, 1948) y *Whiteinella* (Pessagno, 1967).

5. Discusión

El análisis taxonómico, crono y bioestratigráfico de los foraminíferos planctónicos en la secuencia estratigráfica “Puente Calapa” permitió establecer un intervalo que abarca desde el Albiense superior al Cenomaniense superior (102.1–93.5 Ma). Este rango difiere con lo reportado por Calderón (1956), Barceló-Duarte (1978) y Buitrón-Sánchez y Barceló-Duarte (1980), quienes sugieren una edad del Aptiense para la Formación Miahuatpec, y consideran que es correlacionable con la Formación San Juan Raya.

Calderón (1956) considera que, por correlación estratigráfica, la edad de la Fm. Miahuatpec pertenece al Albiense inferior. Mientras que en el estudio paleobotánico de Velasco y Lucero (1996) en la Fm. Matzitz, se reporta una posible edad Aptiense–Albiense para los foraminíferos encontrados en una de las unidades de rocas calizas que se encuentra en contacto litológico con la formación antes mencionada y que aflora en los márgenes del río Calapa. Los resultados cronoestratigráficos del presente trabajo únicamente confirman la presencia del Albiense Tardío.

Hernández-Rodríguez (1998) consideró los materiales que afloran en las localidades de Calapa y Miahuatpec como parte de la Formación Tamaulipas Superior y les asignó una edad del Albiense inferior. En la localidad que nombró como Calapa, lo fundamenta por la presencia de las especies: *Ticinella bejaouaensis*? (Sigal, 1966) y *Pseudothalmanninella ticinensis* (Gandolfi, 1942) mientras que en la localidad que nombró Miahuatpec, lo hace

por la aparición de *Favusella scitula*? (Michael, 1973) y *Pseudothalmanninella ticinensis*. En cambio, el presente trabajo considera que para la parte baja de la secuencia con base en la presencia de las asociaciones y algunos fósiles índice encontrados, se sugiere una edad perteneciente al Albiense superior para el intervalo que comprende los metros 0–67.5, por la presencia de *Biticinella breggiensis* (Gandolfi, 1942), *Microhedbergella rischi* (Moullade, 1974), *Planomalina* cf. *praebuxtorfi* (Wonders, 1975), *Rotalipora praeappenninica* (Sigal, 1952), *Ticinella madecassiana* (Sigal, 1966) y *T. primula* (Luterbacher, en Renz et al., 1963), asociadas a foraminíferos como *Protoheterohelix* cf. *obscura* (Georgescu y Huber, 2009) y *Thalmanninella appenninica* (Renz, 1936), (Figura 4).

Es probable que por debajo del metro 69.5 exista una discordancia que no pudo ser reconocida en campo, lo anterior se infiere ya que las primeras apariciones y *Thalmanninella globotruncanoides* (Sigal, 1948) y *Th. greenhornensis* (Morrow, 1934) no se registraron previamente a la primera aparición de *Rotalipora cushmani* (Petritto y Gilardoni, 2020). Sin embargo, el cambio de edad al Cenomaniense superior se infirió a partir del metro 69.5 con la presencia de *R. cushmani*, donde se encontró acompañada de *Th. globotruncanoides* y la posterior aparición de *Th. greenhornensis* metros arriba. Además de que en los metros superiores se observó la aparición de *Praeglobotruncana algeriana* (Caron, 1966) y *Th. brotzeni* (Sigal, 1948) aunada a la diversificación de los géneros *Rotalipora*, *Thalmanninella* (Sigal, 1948) y *Whiteinella* (Pessagno, 1967). Esta edad es afín a la reportada por Pano (1973), (Figura 5).

La biozonación preliminar que se obtuvo para la secuencia estudiada sugiere del metro 0–5 la presencia de la Zona *Ticinella primula*, inferida por la ocurrencia de la especie *Biticinella breggiensis* en la base, junto con las especies *T. primula* y *Globigerinelloides bentonensis*. El intervalo que va del metro 7 al 30 no contiene fauna



Figura 2. Fotografía panorámica que muestra la sucesión de rocas (entre las dos estrellas rojas) que fueron muestreadas en la sección “Puente Calapa” (Fotografía del autor).

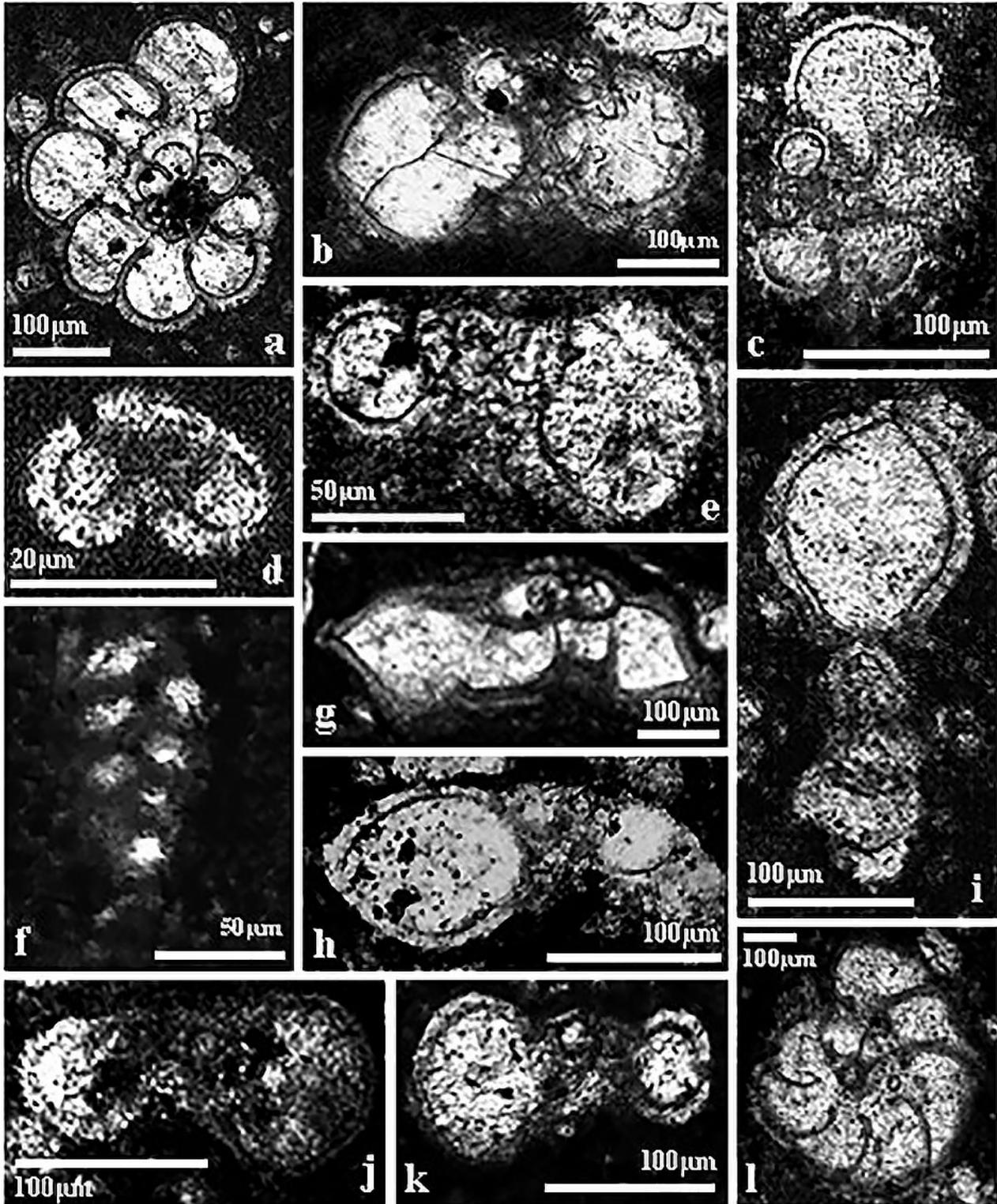


Figura 4. Foraminíferos planctónicos de la Formación Miahuatepec, intervalo 0–67.5 m. a. *Biticinella breggiensis* (Gandolfi, 1942), corte ecuatorial. Lám. 2, 2 m. b–c. *Favusella washitensis* (Carsey, 1926), corte axial y ecuatorial, Lám. 5 y 1. 16 y 0 m., respectivamente. d. *Muricohedbergella delrioensis* (Carsey, 1926), corte axial. Lám. 7, 18.5 m. e. *Microhedbergella rischi* (Moullade, 1974), corte axial. Lám. 22, 53.5 m. f. *Protoheterohelix* cf. *obscura* (Georgescu y Huber, 2009), corte lateral. Lám. 1, 0 m. g. *Thalmanninella appenninica* (Renz, 1936), corte axial. Lám. 8, 19.5 m. h. *Rotalipora praeappenninica* (Sigal, 1952), corte axial. Lám. 1, 0 m. i. *Planomalina* cf. *praebuxtorfi* (Wonders, 1975), corte axial. Lám. 1, 0 m. j. *Ticinella madecassiana* (Sigal, 1966), corte axial. Lám. 1, 0 m. k. *Ticinella primula* (Luterbacher, en Renz et al., 1963), corte axial. Lám. 1, 0 m. l. *Planomalina* sp. (Loeblich y Tappan, 1946), corte ecuatorial. Lám. 25, 59.5 m.

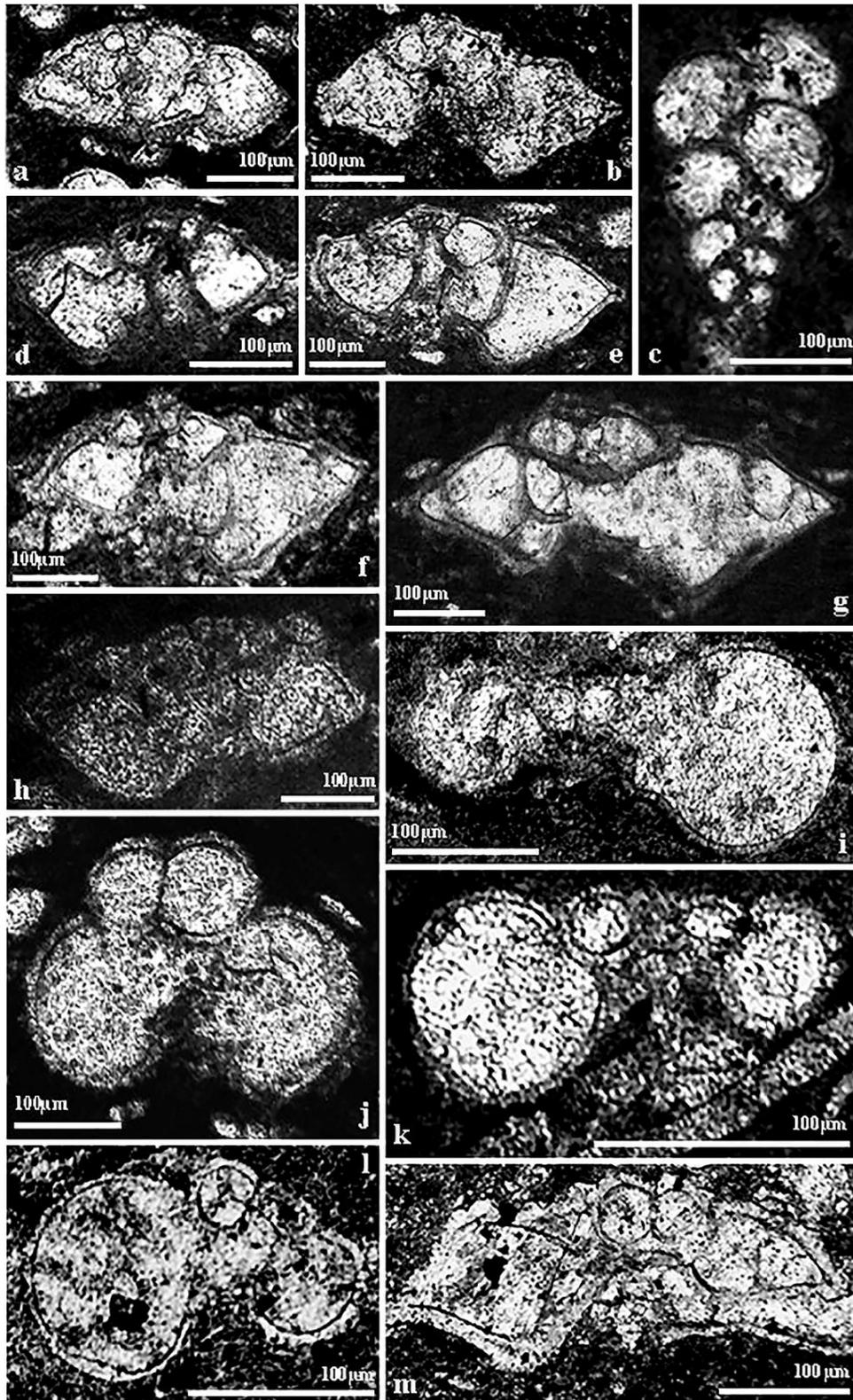


Figura 5. Foraminíferos planctónicos de la Formación Miahuatpec, intervalo 69.5–115m. a. *Praeglobotruncana algeriana* (Caron, 1966), corte axial. Lám. 33, 75.5 m. b. *Rotalipora cushmani* (Morrow, 1934), corte axial. Lám. 30, 69.5 m. c. *Heterohelix moremani* (Cushman, 1938), corte lateral. Lám. 37, 83.5 m. d. *Thalmanninella brotzeni* (Sigal, 1948), corte axial. Lám. 41, 94.5m. e. *Rotalipora* sp. (Brotzen, 1942), corte axial. Lám. 38, 85.5 m. f. *Thalmanninella globotruncanoides* (Sigal, 1948), corte axial. Lám. 30, 69.5 m. g. *Thalmanninella* sp. (Brotzen, 1942), corte axial. Lám. 37, 83.5 m. h. *Rotalipora* cf. *montsalvensis* (Mornod, 1950), corte axial. Lám. 49, 115.5 m. i. *Whiteinella aprica* (Loeblich y Tappan, 1961), corte axial. Lám. 41, 94.5 m. j. *Whiteinella paradubia* (Sigal, 1952), corte axial. Lám. 41, 94.5 m. k. *Whiteinella baltica* (Douglas y Rankin, 1969), corte axial. Lám. 42, 96.5 m. l. *Whiteinella brittonensis* (Loeblich y Tappan, 1961), corte axial. Lám. 37, 83.5 m. m. *Rotalipora* sp. (Brotzen, 1942), corte axial. Lám. 41, 94.5 m..

1 por ambos autores. Por lo tanto, en los materiales de esta sección se reportan por primera vez las especies: *Biticinella breggiensis*, *Clavhedbergella simplex* (Morrow, 1934), *Favusella washitensis*, *Globigerinelloides ultramicrus* (Subbotina, 1949), *Microhedbergella rischi*, *Planomalina* cf. *praebuxtorfi*, *Praeglobotruncana algeriana*, *P. stephani* (Gandolfi, 1942), *Protoheterohelix* cf. *obscura*, *Rotalipora cushmani*, *R. cf. montsalvensis*, *R. praeappenninica*, *Thalmaninella gandolfii* (Luterbacher y Premoli-Silva, 1962), *Th. globotruncanoides*, *Th. greenhornensis*, *Th. micheli* (Sacal y Debourle, 1957), *Ticinella madecassiana*, *T. primula*, *Whiteinella baltica*, *W. brittonensis* y *W. paradubia*. La identificación de estas especies aporta nueva información sobre la diversidad de foraminíferos planctónicos en una parte de la Fm. Miahuatepec, además, esta asociación permite datarla como Albiense superior-Cenomaniense superior.

Según las edades obtenidas, la Fm. Miahuatepec se superpone a la Fm. San Juan Raya (tradicionalmente considerada de edad Aptiense), por lo que podría corresponder al equivalente lateral de facies de la Fm. Cipiapa (Albiense inferior). Esta asignación de edad, basada en el contenido de foraminíferos planctónicos, aporta información adicional a la ya conocida para la Fm. Miahuatepec y para la estratigrafía de la Cuenca de Zapotitlán. Para continuar precisando la arquitectura estratigráfica de la región se pretenden estudiar en detalle nuevas secciones estratigráficas que permitan confirmar o incluso precisar la edad de esta formación, así como la edad de las unidades litoestratigráficas situadas por debajo y por encima de esta, en la región de “Puente Calapa”.

6. Conclusiones

Se reporta por primera vez la presencia de las especies: *Biticinella breggiensis*, *Clavhedbergella simplex*, *Favusella washitensis*, *Globigerinelloides ultramicrus*, *Microhedbergella rischi*, *Planomalina* cf. *praebuxtorfi*, *Praeglobotruncana algeriana*, *P. stephani*, *Protoheterohelix* cf. *obscura*, *Rotalipora cushmani*, *R. cf. montsalvensis*, *R. praeappenninica*, *Thalmaninella gandolfii*, *Th. globotruncanoides*, *Th. greenhornensis*, *Th. micheli*, *Ticinella madecassiana*, *T. primula*, *Whiteinella baltica*, *W. brittonensis* y *W. paradubia* para la zona de estudio. Las asociaciones de foraminíferos planctónicos y la presencia de fósiles índice permiten sugerir una edad del Albiense superior para el intervalo 0–67.5 m y asignar una edad correspondiente al Cenomaniense superior para los depósitos sedimentarios del metro 69.5 al 115.5. Se reconoce de manera preliminar la presencia de las biozonas *Ticinella primula* y *Rotalipora appenninica* para el Albiense superior y la zona *Rotalipora cushmani* para el Cenomaniense

superior, donde se establecen las dos subzonas *Rotalipora greenhornensis* y *Dicarinella algeriana*.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Editor en jefe de la revista Paleontología Mexicana Dr. Josep Anton Moreno Bedmar por su disposición, apoyo en general y excelentes observaciones. Igualmente, agradecemos a la Mtra. Sandra Ramos Amézquita por el apoyo editorial recibido para la publicación de este trabajo. A los revisores anónimos por sus invaluable sugerencias que, sin duda, enriquecen el contenido de nuestro trabajo. A la M. en C. María del Pilar Villeda Callejas, M. en C. Guadalupe Eugenia Daleth Guedea Fernández y Biol. Osvaldo Cervantes Zamudio del Laboratorio de Microscopía Óptica y Fotografía Digital de la FES Iztacala, por facilitar el uso de las instalaciones y por el apoyo brindado. Al Lic. Enoch Ortíz Montejó por su ayuda en la elaboración de las láminas delgadas. A la M. en C. Nicté Andrea Gutiérrez Puente y Biol. Mayoli del Carmen Hernández Olán por su valioso apoyo en la revisión y validación las determinaciones taxonómicas.

References

- Amédro, F., 2008, Support for a Vraconnian Stage between the Albian *sensu stricto* and the Cenomanian (Cretaceous System): Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Memoir 2008/02 (CG2008_M02), 83 pp. DOI: 10.4267/2042/17063
- Ando, A., Huber, B.T., 2007, Taxonomic revision of the late Cenomanian planktonic foraminifera *Rotalipora greenhornensis* (Morrow, 1934): Journal of Foraminiferal Research, 37 (2), 160–174. DOI: <https://doi.org/10.2113/gsjfr.37.2.160>
- Barceló-Duarte, J., 1978, Estratigrafía y petrografía del área de Tehuacán San Juan Raya, Edo. de Puebla: México, Facultad de Ingeniería, UNAM, Tesis de Licenciatura, 103 pp.
- Bellier, J.-P., Moullade, M., 2002, Lower Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy of the western North Atlantic (ODP Leg 171B), and taxonomic classification of key index species: Revue de Micropaléontologie, 45, 9–26. DOI:10.1016/S0035-1598(02)80003-4
- Bermúdez, P.J., 1952, Estudio sistemático de los Foraminíferos rotaliformes: Venezuela, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Boletín de Geología, 2(4), 1–230.
- Brotzen, F., 1942, Die Foraminiferengattung *Gavellinella*, nov. gen. und die systematik der Rotaliiformes: Sveriges Geologiska Undersökning, 36, 5–61.
- Buitrón-Sánchez, B.E., Barceló-Duarte, J., 1980, Nerineidos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya, Puebla: Revista del Instituto de Geología, 4(1), 46–55.
- Calderón, G.A., 1956, Bosquejo Geológico de la Región de San Juan Raya, Puebla. En XX Congreso Geológico Internacional, México, Guía Excursión A–II. 19 p.
- Caron, M., 1966, Globotruncanidae du Cretace superieur du synclinal de la Gruyere (Prealpes medianes, Suisse): Revue de Micropaléontologie, 9(2), 68–93.

- Caron, M., 1985, Cretaceous Planktic Foraminifera. *En*: Bolli, H.M., Saunders, J.B. & Perch N.K. (eds.), *Plankton Stratigraphy*: Cambridge, Cambridge University Press, 17–86.
- Carsey, D.O., 1926, Foraminifera of the Cretaceous of central Texas: *University of Texas Bulletin*, 2612, 1–56.
- Cushman, J.A., 1938, Cretaceous species of *Guembelina* and related genera: *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 14, 2–28.
- Cushman, J.A., Ten Dam, A., 1948, *Globigerinelloides*, a new genus of the Globigerinidae: *Contributions from the Cushman laboratory for foraminiferal research*, 24(2), 42–43.
- Douglas, R.G., Rankin, C., 1969, Cretaceous planktonic foraminifera from Bornholm and their zoogeographic significance: *Lethaia*, 2, 185–217. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.1969.tb01848.x>
- Estrada, S.A., 2013, Abundancia relativa de foraminíferos fósiles de Puente Calapa, límite estatal entre Puebla y Oaxaca: México, Edo. de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, Tesis de licenciatura, 43 pp.
- Gandolfi, R., 1942, Ricerche micropaleontologiche e stratigraphiche sulla Scaglia e sul flysch Cretacici dei Dintorni di Balerna (Canton Ticino): *Rivista Italiana Paleontologia*, 48, 1–160.
- Georgescu, M.D., Huber, B.T., 2009, Early evolution of the Cretaceous serial planktic foraminifera (late Albian–Cenomanian): *Journal of Foraminiferal Research*, 39, 335–360. DOI: <https://doi.org/10.2113/gsjfr.39.4.335>
- González-Donoso, M., Linares, D., Robaszynski, F., 2007, The rotaliporids, a polyphyletic group of Albian–Cenomanian planktonic foraminifera: emendation of genera: *Journal of Foraminiferal Research*, 37, 175–186. DOI: <https://doi.org/10.2113/gsjfr.37.2.175>
- Hernández-Rodríguez, G., 1998, Microfacies pedernalosas, su diagénesis y paleoambientales de la Fm. Tamaulipas Superior en la región de Tehuacán, Estado de Puebla: México, Facultad de Ingeniería, UNAM, Tesis de licenciatura, 78 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2000, Síntesis geográfica del Estado de Puebla: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, 45–47 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2001, Carta topográfica de Teotitlán de Flores Magón, E14B86. Escala 1:50,000: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- Longoria, J.F., 1977, El límite Cretácico Inferior–Cretácico Superior en México basado en los foraminíferos planctónicos: *Revista del Instituto de Geología*, 1(1), 5–9.
- Loeblich, A.R., Tappan, H., 1946, New Washita Foraminifera: *Journal of Paleontology*, 20, 238–258.
- Loeblich, A.R., Tappan, H., 1961, Cretaceous planktonic foraminifera: Part I Cenomanian: *Micropaleontology*, 7, 257–304. DOI: <https://doi.org/10.2307/1484364>
- López-Alpizar, L., 2020, Análisis taxonómico y cronoestratigráfico de los foraminíferos fósiles presentes en una sección de la Formación Miahuatpec (Cretácico Inferior) en el Estado de Puebla: Tlalnepantla, Estado de México, FES Iztacala, UNAM, Tesis de Licenciatura, 105 pp.
- Luterbacher, H., Premoli-Silva, I., 1962, Note préliminaire sur une révision du profil de Gubbio, Italie: *Rivista italiana di Paleontologia*, 68(2), 253–288.
- Mendoza-Rosales, C.C., 2010, Estratigrafía y facies de las cuencas Cretácicas del sur de Puebla y su significado tectónico: México, Distrito Federal, Programa de Posgrado, UNAM, Tesis doctoral, 192 pp.
- Michael, F.Y., 1973, Planktonic foraminifera from the Comanchean Series (Cretaceous) of Texas: *Journal of Foraminiferal Research*, 2 (1972) (4), 200–220. DOI: <https://doi.org/10.2113/gsjfr.2.4.200>
- Mornod, L., 1950, Les Globorotalides du Cretace Superieur du Montsalvens (Prealpes fribourgeoises): *Eclogae Geologicae Helveticae*, 42(2), 573–595.
- Morrow, A.L., 1934, Foraminifera and Ostracoda from the Upper Cretaceous of Kansas: *Journal of Paleontology*, 8, 186–205.
- Moullade, M., 1974, Zones de Foraminiferes du Cretace Inferieur mesogéen: *Acad. Sci. Paris Comptes Rendus*, 278, 1813–1816.
- Nederbragt, A.J., Fiorentino, A., Klosowska, B., 2001, Quantitative analysis of calcareous microfossils across the Albian–Cenomanian boundary oceanic anoxic event at DSDP Site 547 (North Atlantic): *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 166(3), 401–421. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(00\)00227-3](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(00)00227-3)
- Pano, A.A., 1973, Estudio geológico de detalle estratigráfico de las áreas Sierra de Chivillas, Sierra de Miahuatpec, Los Reyes Metzontla, Pue. y San Sebastián Frontera, Oax. del Prospecto Tehuacán: IGPR 107 Petróleos Mexicanos (inédito).
- Pessagno, E.A., 1967, Upper Cretaceous planktonic foraminifera from the western Gulf Coastal Plain: *Palaeontographica Americana*, 5, 245–445.
- Petrizzo, M.R., Huber, B.T., 2006, Biostratigraphy and taxonomy of Late Albian planktonic foraminifera from ODP Leg 171B (western North Atlantic Ocean): *Journal of Foraminiferal Research*, 36, 165–189. DOI: 10.2113/36.2.166
- Petrizzo, M.R., Caron M., Premoli-Silva, I., 2015, Remarks on the identification of the Albian/Cenomanian boundary and taxonomic clarification of the planktonic foraminifera index species *globotruncanoides*, *brotzeni* and *tehamaensis*: *Geological Magazine*, 152(3), 521–536. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0016756814000478>
- Petrizzo, M.R., Gilardoni S.E., 2020, Planktonic foraminiferal biostratigraphy of late Albian Cenomanian pelagic sequences from the Umbria-Marche basin (central Italy) and the Mazagan Plateau (Northeast Atlantic Ocean): *Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 126(3), 865–904. DOI: <https://doi.org/10.13130/2039-4942/14493>
- Reichel, M., 1950, Observations sur les *Globotruncana* du gisement de la Breggia (Tessin): *Eclogae Geologicae Helveticae*, 42, 596–617
- Renz, O., 1936, Stratigraphische und mikropaleontologische Untersuchung der Scaglia (Obere Kreide–Tertiär) im zentralen Apennin: *Eclogae Geologicae Helveticae*, 29(1), 1–149.
- Renz, O., Luterbacher, H., Schneider, A., 1963, Stratigraphisch–paleontologische Untersuchungen im Albien und Cenomanien des Neuenburger Jura: *Eclogae Geologicae Helveticae*, 56(2), 1073–1116.
- Robaszynski, F., Amédéo, F., González-Donoso, J. M., Linares, D., 2008, The Albian (Vraconnian)–Cenomanian boundary at the western Tethyan margins (central Tunisia and southeastern France): *Bulletin de la Société géologique de France*, 179(3), 245–266. DOI: <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.179.3.245>
- Sacal, V., Debourle, A., 1957, Foraminiferes d'Aquitaine; 2e partie, Peneroplidae a Victoriellidae: *Mémoires de la Société Géologique de France*, 78, 1–88
- Sigal, J., 1948, Notes sur les genres de foraminiferes *Rotalipora*, *Brotzen* 1942 et *Thalmanninella* Famille des *Globorotaliidae*: *Revue de l'Institut français du pétrole et Annales des combustibles liquides*, 3(4), 95–103.
- Sigal, J., 1952, Aperçu stratigraphique sur la micropaléontologie du Crétacé: Xxe Congrès Géologique International: *Monographies regionales, 1ère Série, Algérie*, 26, 3–43.
- Sigal, J., 1966, Contribution á une monographie des Rosalines. I. Le genre *Ticinella* Reichel, souche des *Rotalipores*: *Eclogae Geologicae Helveticae*, 59, 185–217.
- Sliter, W.V., 1994, Cretaceous Planktic Foraminifers examined in thin section: California, EE.UU, Geological Survey Menlo Park, Short Course Notes, 62 p.
- Sliter, W.V., 1999, Cretaceous planktic foraminiferal biostratigraphy of the Calera limestone, Northern California, USA: *Journal of Foraminiferal Research*, 29(4), 318–339.

- Subbotina, N.N., 1949, Microfauna from the Cretaceous of the southern slope of the Caucasus: VNIGRI, Microfauna of the oil fields of the USSR, 2(34), 5–36.
- Velasco, M., Lucero, M., 1996, Una nueva localidad de la Formación Matzitzi en el río Calapa, límite estatal de Oaxaca y Puebla, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 13(1), 123–127.
- Wilson, J.L., 1975, Carbonate facies in geologic history: Nueva York, Springer-Verlag, 471 pp.
- Wonders, A.A.H., 1975, Cretaceous planktonic foraminifera of the *Planomalina buxtorfi* Group from El Burrueco, Southern Spain: Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen, Proceedings series B, 78(2), 83–93.
- Young, J.R., Wade, B.S., Huber B.T. (eds), 2017, pforams@mikrotax. Página web. 21 abril 2017. Disponible en <http://www.mikrotax.org/pforams>, consultado en enero del 2020.